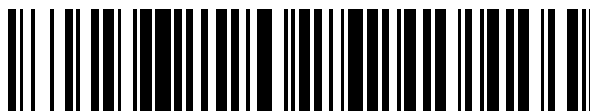


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 273**

51 Int. Cl.:

**F16C 17/08** (2006.01)

**F16C 33/02** (2006.01)

**F16C 17/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2015 PCT/CN2015/079234**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016 WO16183788**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2015 E 15892167 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 3299644**

54 Título: **Cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo mixto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.05.2020**

73 Titular/es:  
**LUO, LIFENG (100.0%)  
No. 215 Chengbei Road, Jiading District  
Shanghai 201800, CN**

72 Inventor/es:  
**LUO, LIFENG**

74 Agente/Representante:  
**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 762 273 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo mixto

Campo técnico

5 La invención se relaciona con un cojinete de empuje de gas a presión dinámica, en particular con un cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido, que se relaciona con una característica rígida de una velocidad de rotación de límite alto de un cojinete de empuje de un gas de presión dinámica de tipo ranura y la característica flexible de la alta resistencia al impacto y la capacidad de carga del cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo película, pertenece al campo técnico de los cojinetes de gas.

Antecedentes

10 El cojinete de gas tiene las ventajas de ser de alta velocidad, alta precisión, resistente a altas temperaturas y pequeña pérdida por fricción, larga vida útil y similares. Después del rápido desarrollo de las últimas décadas, el cojinete de gas se ha aplicado ampliamente en los campos de soporte de alta velocidad, soporte de alta precisión y similares. En la actualidad, se han desarrollado varios tipos de cojinetes de gas, y los cojinetes de gas se dividen principalmente en un tipo de presión dinámica y un tipo de presión estática.

15 El cojinete de gas a presión dinámica toma gas como lubricante, y se forma una película de gas entre el eje y el cojinete. Es una forma de cojinete en que la cara móvil no está en contacto directo con la cara estática, y tiene muchas ventajas, tal como ausencia de contaminación, baja pérdida de fricción, amplio intervalo de temperatura, funcionamiento suave, tiempo de uso prolongado y alta velocidad de trabajo. Debido a la pequeña pérdida por fricción, y no ser necesario el uso de aceite lubricante líquido, se usa ampliamente en el campo de aplicaciones rotativas de alta velocidad. En particular, a menudo se usa en el campo de aplicación de ultraalta velocidad, que generalmente está soportado por un cojinete y donde los lubricantes líquidos no son adecuados.

20 El cojinete de empuje de gas a presión dinámica está formado por las dos caras de trabajo relativamente móviles que forman un espacio en forma de cuña. Cuando se mueven relativamente, el gas es impulsado por su propia acción viscosa y comprimido en la brecha en forma de cuña, generando así una presión dinámica para soportar la carga. Con diferentes formas estructurales de los cojinetes de empuje de presión dinámica de gas debido a las diferencias estructurales, el proceso de trabajo es ligeramente diferente. En la actualidad, los tipos más comunes de estructura de cojinete de empuje de presión dinámica son un tipo de almohadilla basculante, un tipo de ranura y un tipo de lámina.

25 El cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo almohadilla basculante es un tipo de cojinete de gas a presión dinámica excelente con rendimiento de ajuste automático, que puede funcionar de forma segura en el espacio de brecha de aire más pequeño, y no es sensible a la deformación térmica, deformación elástica y etc., y la precisión de mecanizado es fácil de garantizar, y tiene las ventajas sobresalientes de ser capaz de rastrear automáticamente el cambio de la carga. En la actualidad, se utiliza principalmente en maquinaria rotativa de alta velocidad a gran escala y maquinaria de turbinas en el hogar y en el extranjero. Pero su estructura de soporte es más compleja, el proceso de instalación es complejo, es más alto que los requisitos generales de los cojinetes de empuje, por lo tanto, su aplicación es limitada.

30 Aunque el cojinete de empuje a presión dinámica de tipo lámina con soporte elástico, puede hacer que el cojinete obtenga una cierta capacidad de cojinete y aliviar la capacidad de vibración de impacto, pero con el cojinete de lámina usualmente hecho de láminas de lámina metálica, todavía hay algunos problemas en la tecnología de fabricación de materiales y la tecnología de procesamiento, el valor de amortiguación del cojinete no se puede mejorar en gran medida, por lo que la rigidez del cojinete no es suficiente, la velocidad de rotación crítica del cojinete es baja y el cojinete es fácil de desestabilizar e incluso se atasca durante la operación a alta velocidad.

35 El cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo ranura tiene buena estabilidad, y la cierta estabilidad se logra incluso sin carga; además, a alta velocidad, la capacidad de cojinete estática es mayor que la de otras formas de cojinetes. En la actualidad, se utiliza principalmente para máquinas rotativas de alta velocidad de pequeño tamaño, y se utiliza como un cojinete en maquinaria de precisión, tal como un giroscopio y un tambor magnético. Sin embargo, debido al hecho de que el cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo ranura tiene una alta rigidez, por lo que la resistencia al impacto no es lo suficientemente buena, la capacidad de carga no es lo suficientemente grande y no se puede realizar una operación de alta velocidad bajo una carga grande.

40 El documento US 2014/199006 divulga un cojinete de empuje que incluye: un cuerpo amortiguador que incluye una parte del cuerpo y saliente que sobresalen axialmente en áreas predeterminadas en la parte del cuerpo con partes superiores planas; y láminas superiores de empuje que tienen cada una, una porción de contacto que está en contacto superficial con las partes superiores de los salientes. También se divulga un cojinete combinado que incluye: un cuerpo amortiguador que incluye una parte del cuerpo que tiene un orificio pasante en el centro a través del cual pasa un eje giratorio, y salientes que sobresalen axialmente en áreas predeterminadas en la parte del cuerpo con partes superiores planas; láminas superiores de empuje, cada una de las cuales tiene una porción de contacto que está en contacto superficial con la parte superior de los salientes; y una lámina superior radial que cubre el eje giratorio y dispuesta a lo largo del lado interno del orificio pasante del cuerpo del amortiguador.

El documento US 2007/177832 divulga un cojinete a presión dinámica de fluido provisto con una cara generadora de presión dinámica anular hecha formando una ranura generadora de presión dinámica, que extrae un fluido de trabajo hacia una posición intermedia en la dirección radial desde el interior y el exterior de una placa de cojinete de empuje en la dirección radial, cuando un eje y una carcasa se giran uno respecto al otro, en las caras de extremo de la dirección del espesor de la placa de cojinete de empuje, o en una superficie interna de la carcasa, y una sección de ranura interna; que se encuentra en un lado periférico interno del mismo y que se deprime más que la cara generadora de presión dinámica en la dirección del espesor, en las caras de extremo.

El documento WO 2015/041233 divulga un cojinete de empuje que está dispuesto frente a un collar de empuje proporcionado a un eje giratorio, y está provisto con una lámina superior, una lámina posterior y una placa de base. La lámina posterior tiene una pluralidad de piezas de lámina posterior. La lámina superior tiene una pluralidad de piezas de lámina superior. Formadas en las piezas de lámina superior, en el lado corriente arriba en la dirección de rotación del eje giratorio, están aseguradas las partes aseguradoras a la placa de base, y se retiran las partes delgadas cuyas superficies se enfrentan a las piezas de lámina posterior, las partes delgadas se extienden desde los extremos periféricos externos de las piezas de lámina superior a extremos periféricos internos o extremos laterales.

Cómo realizar el cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido que tiene las características rígidas de la velocidad de rotación de límite alto del cojinete de empuje de gas de presión dinámica de tipo ranura, y tiene la característica flexible de la alta resistencia al impacto y la capacidad de carga del cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo lámina, no solo es un objetivo que los investigadores en el campo esperan alcanzar, sino también lograr la aplicación de cojinetes de empuje a presión dinámica en la carga más grande bajo el campo de ultraalta velocidad tiene un valor importante y un significado de largo alcance.

#### Resumen

En vista de los problemas y requisitos de la técnica anterior discutidos anteriormente, es un objeto de la presente invención proporcionar un cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido que tenga las características rígidas de la velocidad de rotación de límite alto del cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo ranura, y tiene la característica flexible de la alta resistencia al impacto y la capacidad de carga del cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo lámina, y para lograr la aplicación de cojinetes de empuje de gas a presión dinámica en las áreas de ultraalta velocidad bajo mayor carga

Para lograr el objeto anterior, el objeto de la presente invención es el siguiente:

Un cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido comprende dos discos externos, un disco interno sujeto entre los dos discos externos y partes elásticas de tipo lámina dispuestas entre cada disco externo y el disco interno; y las dos caras de extremo del disco interno están provistas respectivamente con patrones de tipo de ranura regular, y el patrón de tipo ranura en una cara de extremo está en simetría de espejo con el patrón de tipo ranura en la otra cara de extremo, caracterizado porque los patrones de tipo ranura también están dispuestos en la cara circunferencial externa del disco interno, y la forma del patrón de tipo ranura en la cara circunferencial externa es la misma que la forma del patrón de tipo ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho, y las líneas de contorno axiales de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial exterior y las líneas de contorno radiales de los patrones de tipo ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho están en correspondencia una a una y están conectadas entre sí.

En un esquema de implementación, las líneas axiales de posición alta de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial exterior corresponden a las líneas radiales de posición alta de los patrones de tipo ranura en las caras de extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara de extremo; y las líneas axiales de posición media de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial exterior corresponden a las líneas radiales de posición media de los patrones de tipo ranura en las caras de extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara de extremo; y las líneas axiales de posición baja de los patrones de tipo ranura en la cara circunferencial exterior corresponden a las líneas radiales de posición baja de los patrones de tipo ranura en las caras de extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara de extremo.

En un esquema de implementación, el patrón de tipo ranura tiene forma de impulsor.

Como un esquema preferible, un espacio libre de ajuste entre la parte elástica de tipo lámina y el disco interno es de 0.003-0.008 mm.

Como un esquema preferible, al menos un extremo de la parte elástica de tipo lámina se fija en la cara de extremo interno del disco externo correspondiente.

Como un esquema preferible, el número de partes elásticas del tipo de lámina en cada disco externo es múltiple, y las partes elásticas del tipo de lámina se distribuyen uniformemente a lo largo de la cara del extremo interno del disco externo correspondiente.

Como un esquema más preferible, la parte elástica de tipo lámina fijada en un disco exterior está en simetría de espejo con la parte elástica de tipo lámina fijada en el otro disco exterior.

Como un esquema más preferible, se forma una ranura de sujeción utilizada para fijar la parte elástica de tipo lámina en la cara de extremo interna del disco externo.

Como un esquema preferible, la parte elástica de tipo lámina se somete a tratamiento térmico superficial.

5 En un esquema de implementación, la parte elástica de tipo lámina se compone de una lámina ondulada y una lámina plana, el extremo superior del saliente en forma de arco de la lámina ondulada se une a la lámina plana, el borde inferior de transición del arco ondulado de la lámina ondulada está unido a la cara de extremo interno del disco externo correspondiente.

En comparación con la técnica anterior, la presente invención ofrece los siguientes beneficios:

10 La parte elástica de tipo lámina está dispuesta entre el disco exterior y el disco interno, y los patrones de tipo ranura con forma regular están dispuestos en las caras del extremo izquierdo y derecho del disco interno, y el patrón de tipo ranura en una cara del extremo está en simetría de espejo con el patrón de tipo ranura en la otra cara del extremo, de modo que se obtiene el cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido, que tiene la rigidez característica de la velocidad de rotación de límite alto del cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo ranura, y tiene la característica flexible de la alta resistencia al impacto y la capacidad de carga del cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo lámina. En comparación con un cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo ranura simple existente, tiene la capacidad antiimpacto y la capacidad de carga que se incrementan en un modo multiplicado a la misma velocidad de rotación; y en comparación con un cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo lámina pura existente, tiene la velocidad de rotación límite que aumenta varias veces bajo la misma carga; a través de la prueba, el cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido provisto por la invención puede alcanzar la velocidad de rotación límite de 200, 000 rpm a 450,000 rpm bajo una carga de 1-3 kg, pero el cojinete de empuje de gas a presión dinámica existente solo puede alcanzar una capacidad de carga de 0.5-1.5 kg, el límite máximo de velocidad de rotación solo puede alcanzar 100,000 rpm a 200,000 rpm. Se puede ver que la presente invención puede realizar la aplicación de cojinetes de empuje de gas a presión dinámica en áreas de ultraalta velocidad bajo cargas más grandes. En comparación con la técnica anterior, la presente invención ha progresado significativamente e hizo que el estudio de la tecnología de cojinetes de empuje de gas de cojinete dinámico dé un nuevo paso.

Breve descripción de los dibujos

La FIG 1 es una vista esquemática en sección transversal de un cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido de acuerdo con la realización 1 de la presente invención.

La FIG 2a es una vista izquierda del disco interno de la realización 1.

30 La FIG 2b es una vista derecha del disco interno de la realización 1.

La FIG 3a es una vista derecha del disco exterior izquierdo con una parte elástica de tipo lámina fija en una primera realización.

La FIG 3b es una vista izquierda del disco exterior derecho con una parte elástica de tipo lámina fijada en una primera realización.

35 La FIG 4 es una vista esquemática en sección transversal de una parte elástica de tipo lámina como se describe en la realización 1.

La FIG 5 es un diagrama esquemático tridimensional de una parte elástica de tipo lámina como se describe en la realización 1.

40 La FIG 6a es un diagrama esquemático tridimensional de vista izquierda de un cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido de acuerdo con la realización 2 de la presente invención.

La FIG 6b es un diagrama esquemático tridimensional de vista derecha de un cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido proporcionado por la realización 2.

La FIG 7 es un diagrama esquemático de una división parcial tridimensional de un cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido proporcionado por la realización 2.

45 La FIG 8 es un diagrama esquemático de una vista izquierda tridimensional del disco interno de acuerdo con la realización 2.

La FIG 9 es una vista ampliada de la parte A en la FIG 8.

La FIG 10 es un diagrama esquemático de una vista tridimensional del disco interno de acuerdo con la realización

La FIG 11 es una vista ampliada de la parte B de la FIG 10.

50 Los números de referencia en las figuras denotan lo siguiente:

1, disco externo; 11, disco externo izquierdo; 12, disco externo derecho; 13, ranura de sujeción; 2, disco interno; 21, patrón de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo; 211, línea radial de posición alta; 212, línea radial de posición media; 213, línea radial de posición baja; 22, patrón de tipo ranura en la cara del extremo derecho; 221, línea radial de posición alta; 222, línea radial de posición media; 223, línea radial de posición baja; 23, patrón de tipo ranura en la cara circunferencial externa; 231, línea axial de posición alta; 232, línea axial de posición media; 233, línea axial de posición baja; 3, parte elástica de tipo lámina; 3a, parte elástica de tipo lámina fijada en el disco izquierdo externo; 3b, parte elástica de tipo lámina fijada en el disco derecho externo; 31, lámina ondulada; 311, salientes en forma de arco; 312, bordes inferiores de transición entre los arcos ondulados ; 32, láminas planas; 33, extremo fijo.

Descripción detallada

10 El objeto de la presente invención se describirá con más detalle a continuación con referencia a varias realizaciones y los dibujos adjuntos.

Ejemplo 1

15 Como se muestra en la FIG 1, el cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido provisto por una realización de la invención (no reivindicada), incluye dos discos 1 externos, un disco 2 interno que está sujeto entre los dos discos 1 externos, una parte 3 elástica de tipo lámina que está dispuesta entre cada disco 1 externo y el disco 2 interno, los patrones 21 de tipo ranura regulares que están dispuestos en el extremo izquierdo y un patrón 22 de tipo ranura regular que está dispuesto en la cara del extremo derecho del disco 2 interno.

20 Con referencia combinada a las Figs. 2a y 2b, se puede ver que: los patrones 21 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo del disco 2 interno están en simetría de espejo con los patrones 22 de tipo ranura en la cara del extremo derecho del disco 2 interno. Las líneas de contorno radiales de los patrones 21 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo y los patrones 22 de tipo ranura en la cara del extremo derecho están en correspondencia uno a uno y están conectadas entre sí. Los patrones 21 y 22 de tipo ranura tienen la misma forma. En la realización, la forma del impulsor es la forma de un impulsor.

25 Además, en combinación con la FIG 3a y la FIG 3b, se puede ver que: la parte 3 elástica de tipo lámina está fijada en la cara del extremo interno del disco 1 externo correspondiente (por ejemplo, el disco 11 externo izquierdo fijado con una parte 3a elástica de tipo lámina en la FIG 3a y el disco 12 externo derecho fijado con una parte 3b elástica de tipo lámina en la FIG 3b), y la parte 3a elástica de tipo lámina fijada en el disco 11 externo izquierdo está en simetría de espejo con la parte 3b elástica de tipo lámina fijada en el disco 12 externo derecho. El número de las partes elásticas de tipo lámina en cada disco externo puede ser plural (cuatro como se muestra en la FIG 3a y la FIG 3b), están distribuidas uniformemente a lo largo de la cara del extremo interno del disco externo.

30 En combinación con la FIG 1 y la FIG. 4, FIG 5, la parte 3 elástica de tipo lámina puede estar compuesta por una lámina 31 ondulada y una lámina 32 plana, el extremo superior del saliente 311 en forma de arco de la lámina 31 ondulada está unido a la lámina 32 plana, el borde 312 inferior de transición del arco ondulado de la lámina 31 ondulada está unido a la cara del extremo interno del disco 1 externo correspondiente; al menos un extremo de cada parte 3 elástica de tipo lámina está fijada en la cara del extremo interno del disco externo correspondiente (mostrado en la realización, un extremo de cada parte 3 elástica de tipo lámina está fijo, como se muestra en la 33 en la figura, y el otro extremo es un extremo libre).

Ejemplo 2

40 Como se muestra en las FIGS. 6a, 6b, 7, 8 y 10, la única diferencia con el cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido en la primera realización es que los patrones 23 de tipo ranura también están dispuestos en la cara circunferencial externa del disco 2 interno, y la forma del patrón 23 de tipo de ranura en la cara circunferencial externa es la misma que las formas de los patrones (21, 22) de tipo de ranura en las caras de extremo izquierdo y derecho (en la realización, la forma de los patrones de tipo de ranura tienen todas la forma del impulsor), y las líneas de contorno axiales de los patrones 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa y los patrones (21, 22) de tipo ranura en las caras de los extremos izquierdo y derecho están en una correspondencia una a una y están conectadas entre sí; es decir,

45 Las líneas 231 axiales de posición alta de los patrones 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas 211 radiales de posición alta de los patrones 21 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo, y están conectadas entre sí delante del chaflán circunferencial en la cara de extremo; y las líneas 232 axiales de posición media de los patrones 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas 212 radiales de posición media de los patrones 21 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo, y están conectadas entre sí en el frente del chaflán circunferencial en la cara de extremo; y las líneas 233 axiales de posición baja de los patrones 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas 213 radiales de posición baja de los patrones 21 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo, y están conectadas entre sí en el frente del chaflán circunferencial en la cara de extremo (como se muestra en la FIG 9);

55 Las líneas 231 axiales de posición alta de los patrones 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas 221 radiales de posición alta de los patrones 22 de tipo ranura en la cara de extremo

derecho, y están conectadas entre sí delante del chaflán circunferencial en la cara de extremo; y las líneas 232 axiales de posición media de los patrones 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas 222 radiales de posición media de los patrones 22 de tipo ranura en la cara de extremo derecha, y están conectadas entre sí en el frente del chaflán circunferencial en la cara de extremo; y las líneas 233 axiales de posición baja de los patrones 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa corresponden a las líneas 223 radiales de posición baja de los patrones 22 de tipo ranura en la cara de extremo derecho, y están conectadas entre sí en el frente del chaflán circunferencial en la cara de extremo (como se muestra en la FIG. 11).

La cara del extremo interno del disco 1 externo está provista con una ranura 13 de sujeción para fijar la parte 3 elástica de tipo lámina (como se muestra en la FIG 7).

Al proporcionar una parte 3 elástica de tipo lámina dispuesta entre el disco 1 externo y el disco 2 interno, y los patrones del tipo de ranura de forma regular dispuestos en la cara del extremo izquierdo y la cara del extremo derecho del disco 2 interno, y el patrón 21 de tipo de ranura en la cara del extremo izquierdo está en simetría de espejo con el patrón 22 de tipo de ranura en la cara del extremo derecho, de modo que se obtiene el cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido, que tiene la característica de rigidez de la velocidad de rotación de límite alto del cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo ranura, y tiene la característica flexible de la alta resistencia al impacto y la capacidad de carga del cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo lámina; Debido a que se forma un espacio en forma de cuña entre la parte 3 elástica de tipo lámina y el disco 2 interno, cuando el disco 2 interno gira, el gas es impulsado y comprimido en el espacio en forma de cuña debido a la acción de la viscosidad del gas, por lo que la presión dinámica axial puede obviamente mejorarse. En comparación con un cojinete de empuje de gas de presión dinámica de tipo lámina simple existente, el cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido puede aumentar la velocidad de rotación límite por veces bajo la misma carga; mientras tanto, debido a la parte 3 elástica de tipo lámina, bajo la acción elástica de la parte 3 elástica de tipo lámina, la capacidad de carga, la resistencia al impacto y la capacidad de inhibir el vórtice axial se mejoran notablemente. En comparación con un cojinete de empuje de gas a presión dinámica de tipo ranura simple existente, el cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido puede aumentar la resistencia al impacto y la capacidad de carga en un modo multiplicado a la misma velocidad de rotación. Particularmente, cuando los patrones 23 de tipo ranura también están dispuestos en la cara circunferencial externa del disco 2 interno, y la forma del patrón 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa es la misma que el patrón 21 de tipo ranura en la cara del extremo izquierdo y el patrón 22 de tipo de ranura en la cara del extremo derecho, y las líneas de contorno axiales de los patrones 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa y las líneas de contorno radial de los patrones (21, 22) de tipo de ranura en las caras del extremo izquierdo y del extremo derecho están en correspondencia una a una y están conectadas entre sí, de modo que el aire presurizado generado por los patrones (21 y 22) de tipo ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho del disco 2 interno se transporta continuamente desde un centro del eje a lo largo de la dirección radial en canales de tipo ranura formados por los patrones 23 de tipo ranura en la cara circunferencial externa, y se puede formar la película de aire requerida para proporcionar un soporte más fuerte al cojinete que corre a alta velocidad, y la película de aire sirve como un lubricante para el cojinete de empuje de gas a presión dinámica, entonces se puede garantizar el funcionamiento estable a alta velocidad del cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrida bajo el estado de flotación de aire, y proporciona una garantía adicional para lograr la velocidad de rotación de límite alto.

Además, la parte 3 elástica de tipo lámina se somete preferiblemente a un tratamiento térmico superficial, de modo que los requisitos de rendimiento de la operación a alta velocidad se pueden cumplir mejor; el espacio libre correspondiente entre la parte 3 elástica de tipo lámina y el disco 2 interno es preferiblemente de 0.003-0.008 mm, de modo que se pueda garantizar aún más la fiabilidad y la estabilidad del funcionamiento a alta velocidad del cojinete.

Otro, la estructura de la parte 3 elástica de tipo lámina no se limita a la de la realización anterior, a fin de cumplir con los requisitos sustantivos de la presente invención siempre que se asegure la relación de correspondencia entre el disco interno y el disco externo.

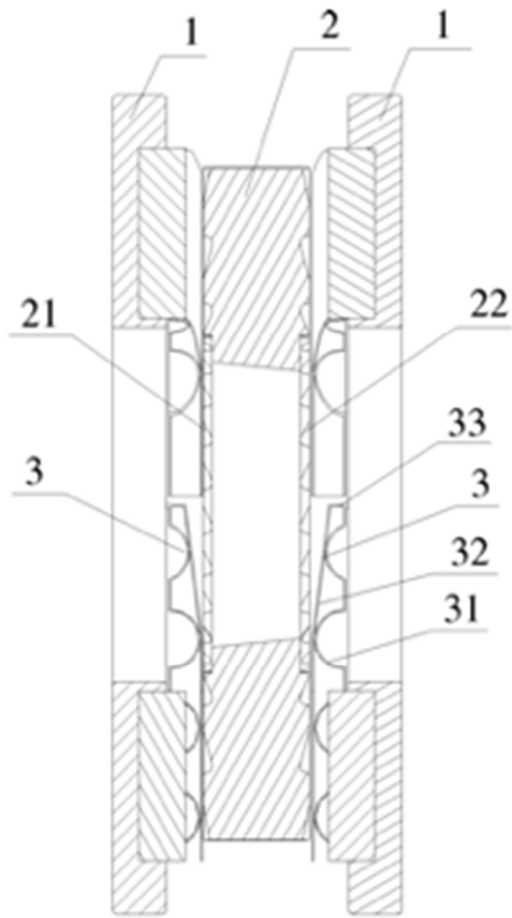
A través de la prueba, el cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido provisto por la invención puede alcanzar la velocidad de rotación límite de 200,000 rpm a 450,000 rpm bajo una carga de 1-3 kg, pero el cojinete de empuje de gas a presión dinámica existente puede solo alcanzar una capacidad de carga de 0.5-1.5 kg, la velocidad de rotación límite máxima solo puede alcanzar 100,000 rpm a 200,000 rpm. Se puede ver que la presente invención puede realizar la aplicación de cojinetes de empuje de gas a presión dinámica en áreas de ultraalta velocidad bajo cargas más grandes. En comparación con la técnica anterior, la presente invención ha progresado significativamente e hizo que el estudio de la tecnología de cojinetes de empuje de gas de cojinete dinámico dé un nuevo paso.

Por último, se observa aquí que la divulgación anterior está destinada simplemente a describir el objeto de la presente invención con más detalle y no debe interpretarse como una limitación del alcance de la invención. Las mejoras y modificaciones no sustantivas realizadas por los expertos en la técnica de acuerdo con la divulgación anterior caen dentro del alcance de la presente invención que se define por las reivindicaciones adjuntas.

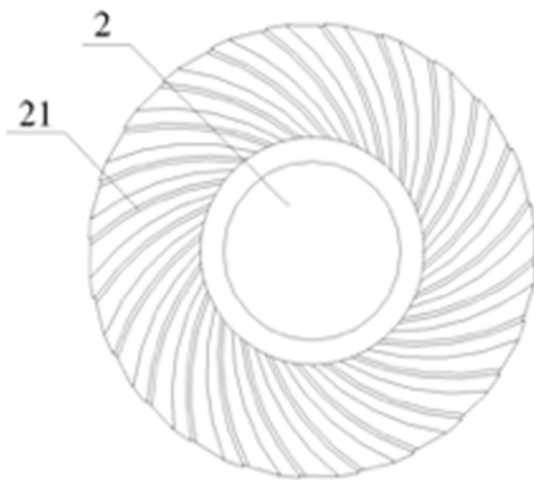
**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido, comprende dos discos (1) externos, un disco (2) interno sujeto entre los dos discos (1) externos, y partes (3) elásticas de tipo lámina dispuestas entre cada disco (1) externo y el disco (2) interno; y las dos caras de extremo del disco interno están provistas respectivamente con patrones (21, 22) de tipo de ranura regular, y el patrón de tipo ranura en una cara de extremo está en simetría de espejo con el patrón de tipo ranura en la otra cara de extremo, caracterizado porque,
- 10 los patrones (23) de tipo ranura también están dispuestos en la cara circunferencial externa del disco (2) interno, y la forma del patrón (231) de tipo ranura en la cara circunferencial externa es la misma que la forma del patrón (21, 22) de tipo ranura en las caras de extremo izquierdo y derecho, y líneas de contorno axiales de los patrones (23) de tipo de ranura en la cara circunferencial externa y líneas de contorno radial de los patrones (21, 22) de tipo de ranura en las caras de extremo izquierdo y derecho están en correspondencia una a una y están conectadas entre sí.
- 15 2. El cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrida de acuerdo con la reivindicación 1, donde las líneas (231) axiales de alta posición de los patrones (23) de tipo de ranura en la cara circunferencial exterior corresponden a las líneas (211, 221) radiales de alta posición de los patrones (21, 22) de tipo de ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara del extremo; y las líneas (232) axiales de posición media de los patrones (23) de tipo ranura en la cara circunferencial exterior corresponden a las líneas (212, 222) radiales de posición media de los patrones (21, 22) de tipo ranura en las caras del extremo derecho e izquierdo, y están conectadas entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara del extremo; y las líneas (233) axiales de posición baja de los patrones (23) de tipo ranura en la cara circunferencial exterior corresponden a las líneas (213, 223) radiales de posición baja de los patrones de tipo ranura en las caras del extremo izquierdo y derecho, y están conectados entre sí frente al chaflán circunferencial en la cara del extremo.
- 20 3. El cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde el patrón de tipo ranura tiene forma de impulsor.
- 25 4. El cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido de acuerdo con la reivindicación 1, donde un espacio libre de ajuste entre las partes (3) elásticas de tipo lámina y el disco interno es de 0.003-0.008 mm.
5. El cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrida de acuerdo con la reivindicación 1, donde al menos un extremo (3a, 3b) de las partes (3) elásticas de tipo lámina está fijado en la cara del extremo interno del disco externo correspondiente.
- 30 6. El cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido de acuerdo con la reivindicación 5, donde el número de partes (3) elásticas de tipo lámina en cada disco exterior es múltiple, y las partes (3) elásticas de tipo lámina están distribuidas uniformemente a lo largo de la cara del extremo interno del disco (1) externo correspondiente.
7. El cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, donde las partes (3) elásticas de tipo lámina fijadas en un disco (1) externo están en simetría de espejo con las partes (3) elásticas de tipo de lámina fijadas en el otro disco (1) externo.
- 35 8. El cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, donde una ranura (13) de sujeción utilizada para fijar las partes (3) elásticas de tipo lámina se forma en la cara de extremo interno de cada disco externo.
9. El cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido de acuerdo con la reivindicación 1, donde las partes (3) elásticas de tipo lámina se someten a un tratamiento térmico superficial.
- 40 10. El cojinete de empuje de gas a presión dinámica híbrido de acuerdo con la reivindicación 1 o 4 o 5 o 6 o 9, donde las partes (3) elásticas de tipo lámina están compuestas de una lámina (31) ondulada y una lámina (32) plana, el extremo superior de un saliente (311) en forma de arco de la lámina (31) ondulada está unido a la lámina (32) plana, un borde (312) inferior de transición del arco ondulado de la lámina (31) ondulada está unido a la cara del extremo interno del disco (1) externo correspondiente.

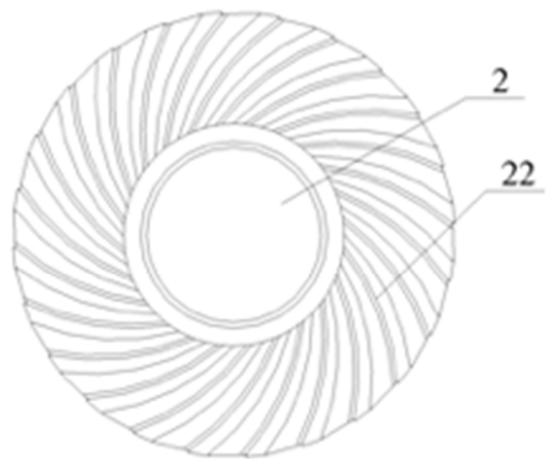
45



**Figura 1**

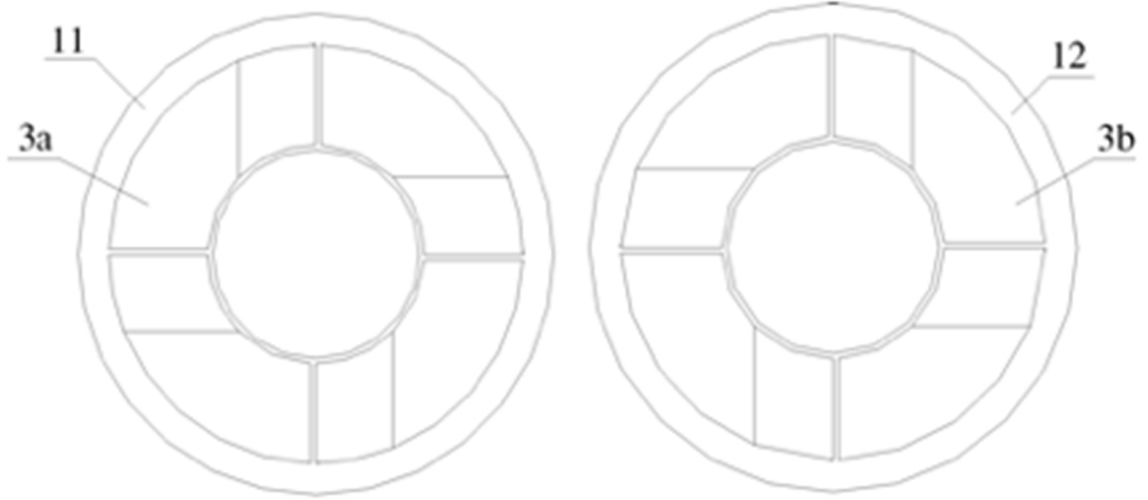


**Figura 2a**



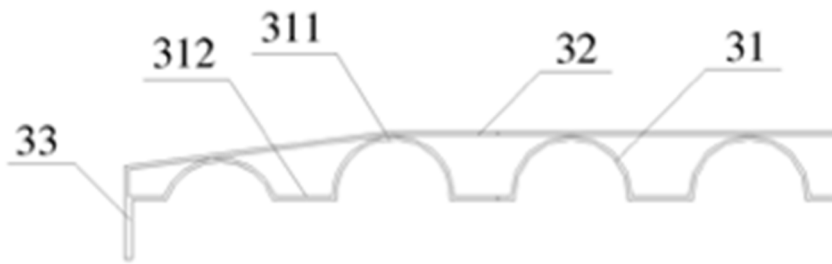
**Figura 2b**



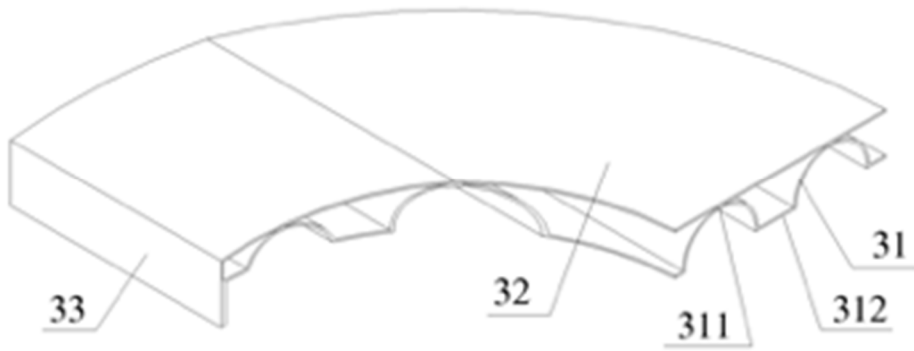


**Figura 3a**

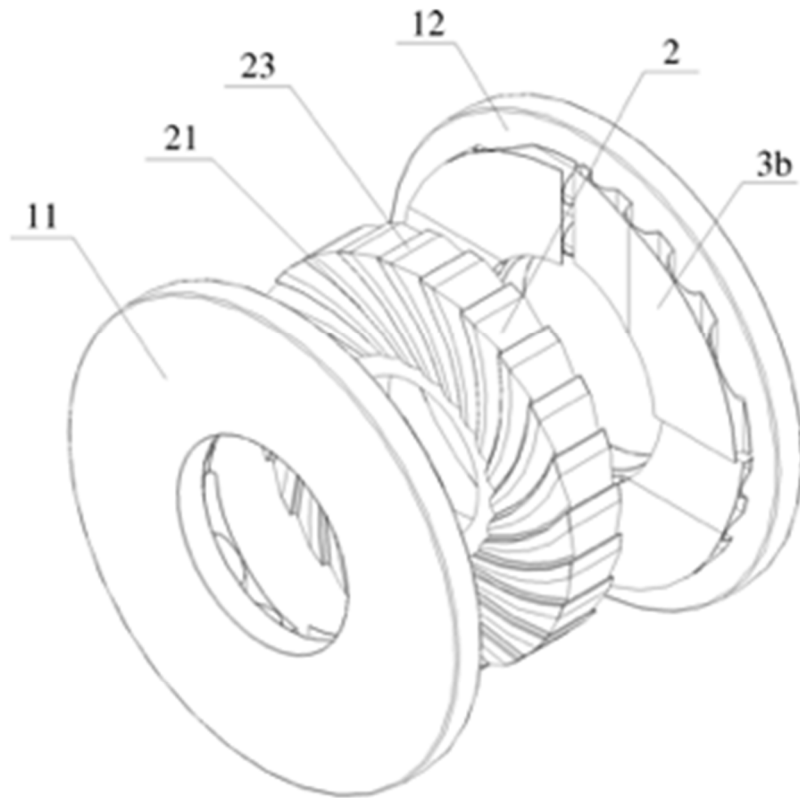
**Figura 3b**



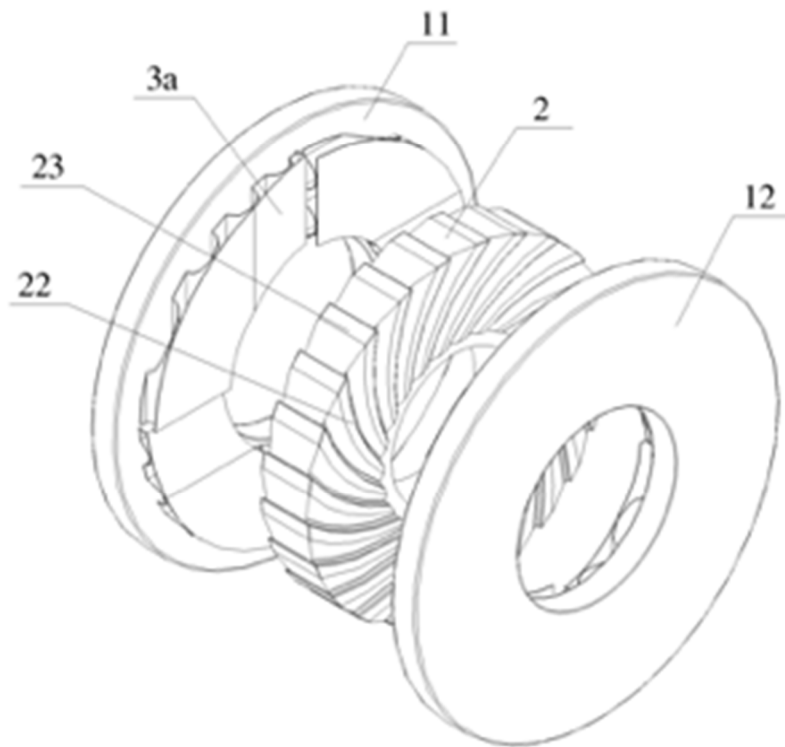
**Figura 4**



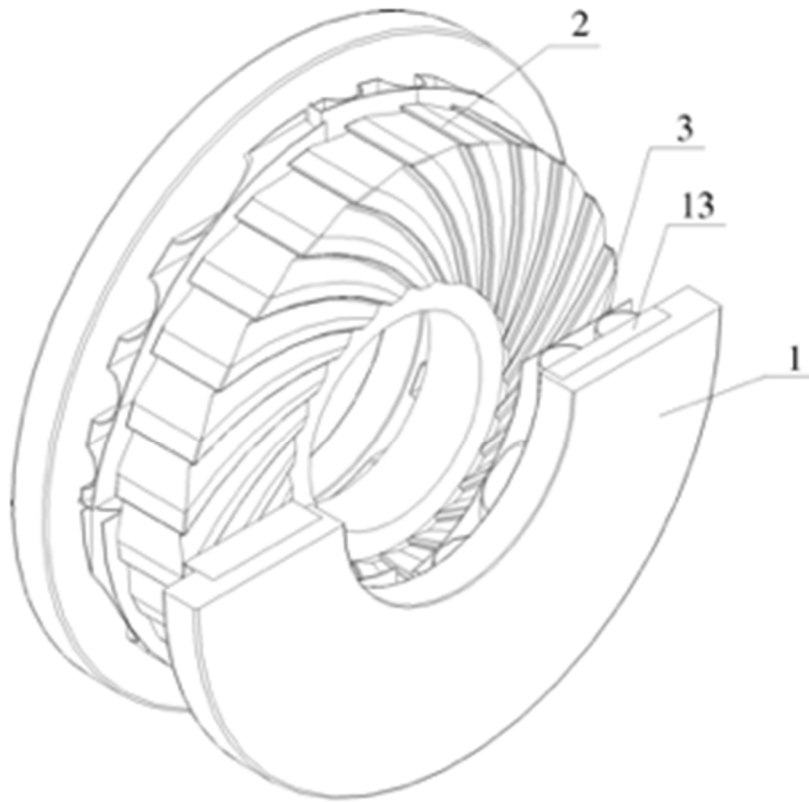
**Figura 5**



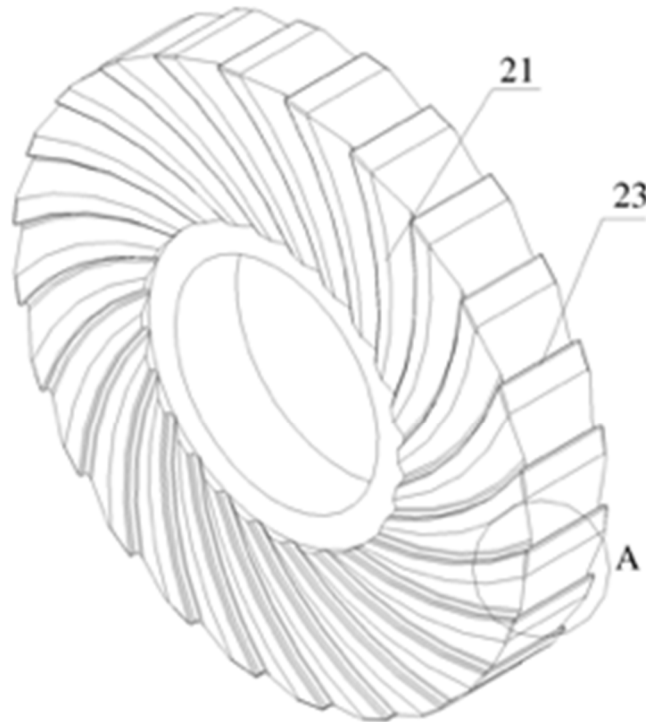
**Figura 6a**



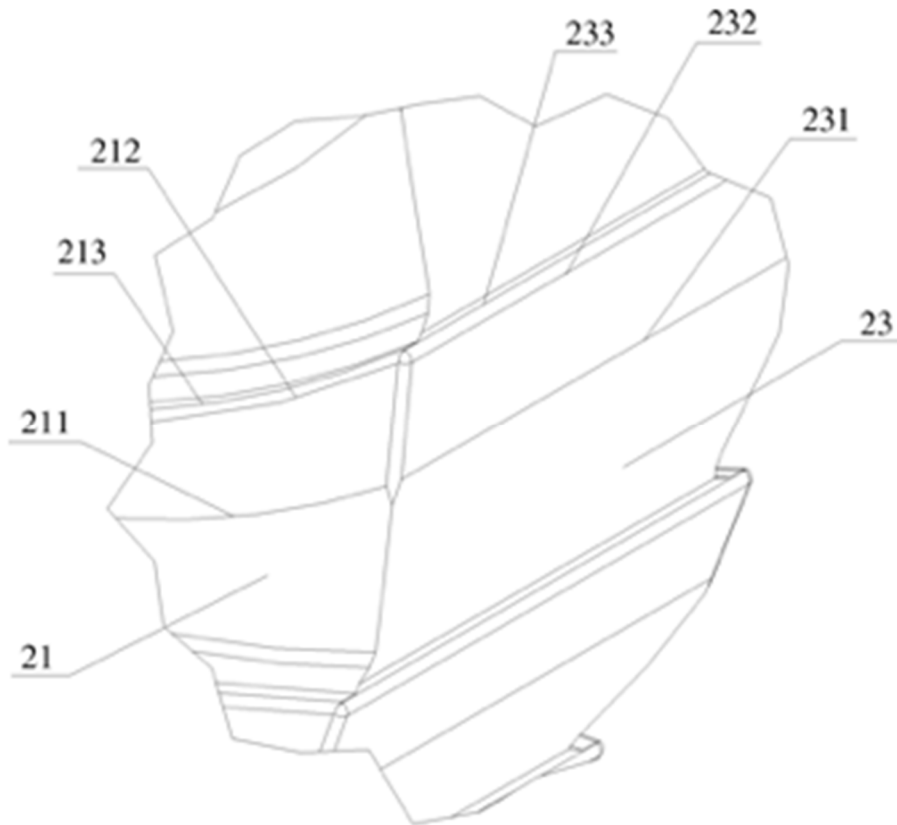
**Figura 6b**



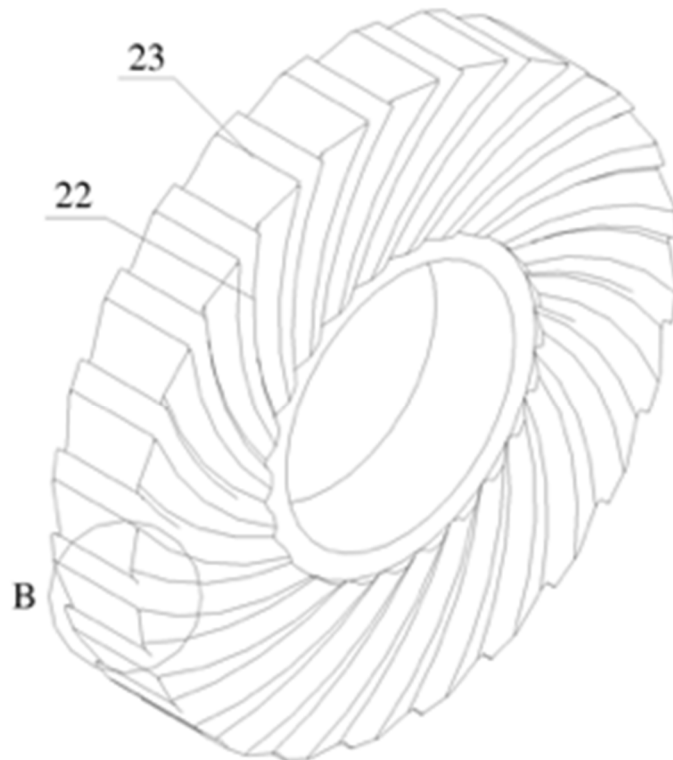
**Figura 7**



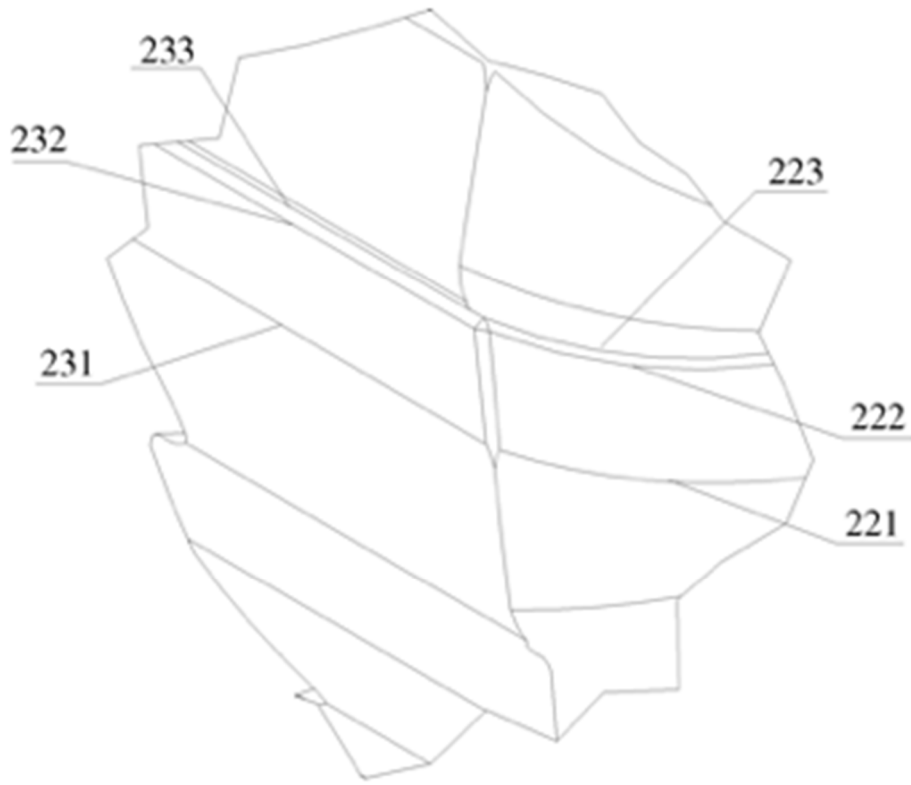
**Figura 8**



**Figura 9**



**Figura 10**



**Figura 11**